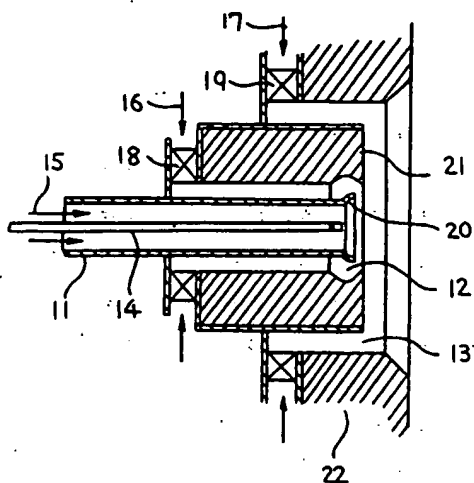


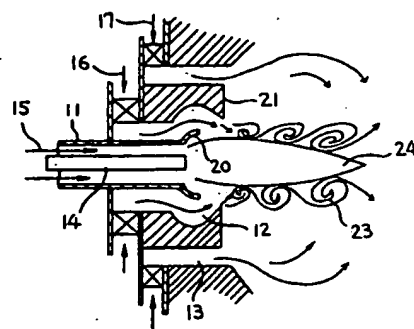
431/10

第1図

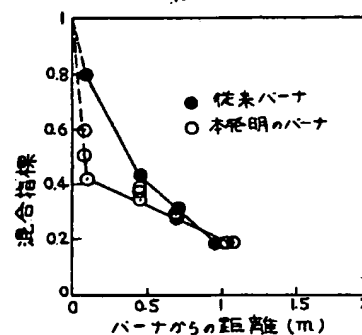


- 11 --- 微粉炭ノズル
- 12 --- 2次空気ノズル
- 13 --- 3次空気ノズル
- 20 --- 保火リング
- 21 --- スペース

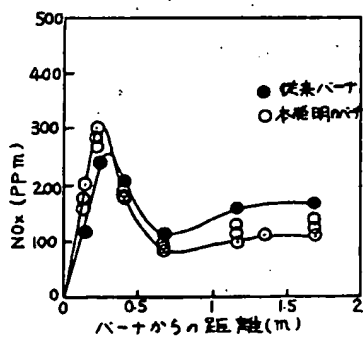
第2図



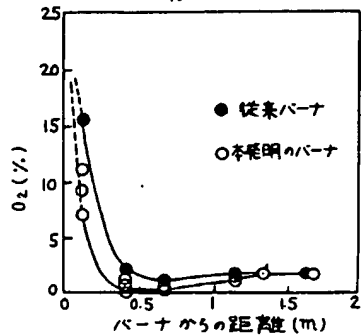
第3図



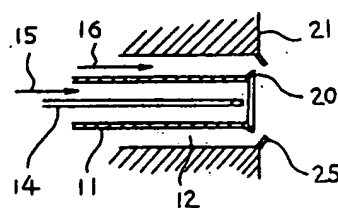
第4図



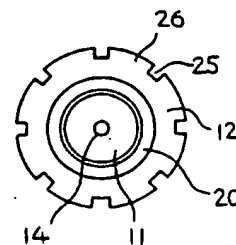
第5図



第6図



第7図



第1頁の続き

⑬発明者	相馬	憲一	茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
⑭発明者	稲田	徹	茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
⑮発明者	岩井	泰雄	茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
⑯発明者	嵐	紀夫	茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
⑰発明者	森田	茂樹	広島県呉市宝町6番9号 パプコック日立株式会社呉工場内

431/10

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-70606

⑬ Int. Cl.⁴

F 23 C 11/00

識別記号

3 2 3

庁内整理番号

6478-3K

⑭ 公開 昭和64年(1989)3月16日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全7頁)

⑮ 発明の名称 微粉炭の低NO_x燃焼法と燃焼用バーナ

⑯ 特 願 昭62-225655

⑰ 出 願 昭62(1987)9月9日

⑱ 発 明 者 檜 戸 清 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑲ 発 明 者 小 豆 畑 茂 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑳ 発 明 者 小 林 啓 信 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

㉑ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉒ 出 願 人 バブコック日立株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番2号

㉓ 代 理 人 弁理士 鶴 沼 辰之 外1名
最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

微粉炭の低NO_x燃焼法と燃焼用バーナ

2. 特許請求の範囲

1. 微粉炭搬送用1次空気とともに、微粉炭を噴出するノズルと、燃焼用空気を2次空気及び3次空気に分割して供給する2次空気ノズル及び3次空気ノズルから成るバーナを用いた微粉炭燃焼方法において、微粉炭搬送用の1次空気流量、2次空気流量及び3次空気流量の配分を3次空気流量>2次空気流量>1次空気流量になるよう制御し、噴出直後の微粉炭と1次空気の混合気に2次及び3次空気を30~50%混合して微粉炭を着火し、残りの燃焼用空気の中心部火炎との混合を緩慢に進めながら燃焼させることを特徴とする微粉炭の低NO_x燃焼法。
2. 微粉炭搬送用1次空気とともに微粉炭を噴出するノズルと、燃焼用空気を2次空気と3次空気に分割して供給する2次空気ノズル及び3次空気ノズルから成る同心円環状バーナを用いた

微粉炭燃焼装置において、

前記1次空気流量、2次空気流量及び3次空気流量の配分を3次空気流量>2次空気流量>1次空気流量になるよう制御できる手段と、微粉炭と1次空気の混合気を中心部から直達流として噴出するノズルと、この混合気の外側から交差するように旋回流としての2次空気を投入する2次空気ノズルと、2次空気から離れた外側から直達方向に旋回流として3次空気を投入する3次空気ノズルとを有することを特徴とする微粉炭の低NO_x燃焼用バーナ。

3. 特許請求の範囲第2項において、

微粉炭と1次空気量の混合気を噴出するノズル先端に末広がりの保炎リングを備え、2次空気ノズルの先端を前記保炎リングより突出させ、且つ該先端に縮流部を設けることにより2次空気を混合気に交差するように投入し、さらに2次空気と3次空気ノズル間にスペーサを配することにより3次空気の混合を緩慢に進めるようにしたことを特徴とする微粉炭のNO_x燃

焼用バーナ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、微粉炭ボイラに係り、特に低 NO_x 化を図るために好適な燃焼方法と燃焼用バーナに関する。

〔従来の技術〕

石炭には油燃料に比べて多量の窒素(N)分が含まれるため、燃焼に際して、このN分が酸化されて生成するフューエル NO_x が多く、その抑制法が重要となる。この NO_x の発生を抑制するため、従来燃焼用空気を多段に分割して供給する多段燃焼法、あるいはバーナにおいて、2次空気、3次空気を、燃料噴出孔より離すことにより、過剰空気と低空気比燃焼火炎との混合を緩慢に進めながら燃焼させる方法がある。これらの低 NO_x 燃焼法に共通の原理は火炎中に低酸素濃度領域を形成させるものである。このことを説明すると、石炭の燃焼においては、揮発分の燃焼過程で、揮発性N分が酸素不足の条件で燃焼すると NH_3 、

HCN 等の化合物になることが知られている。これらのN化合物は、酸素と反応して NO_x になる他に、既に発生した NO_x と反応して NO_x を N_2 に分解する還元剤にもなる。このN化合物による NO_x 還元反応は、 NO_x との共存系において進行するものであり、 NO_x が共存しない系では、大半のN化合物は NO_x に酸化される。この還元反応は高温の燃焼場においては低酸素雰囲気になるほど進行し易い。したがって、如何にして低酸素雰囲気を火炎内に形成するかが、技術的な鍵になるものである。

これまで知られている低酸素雰囲気を形成させるためのバーナは、特開昭61-235604、特開昭61-295402に示されるように、2次あるいは3次空気を、空気ノズルより離すことにより達成するものである。しかし、いずれのバーナにおいても、中心部に低酸素濃度領域は形成できるものの、単に低酸素濃度領域を形成することは、この領域で燃焼が抑制されることになるために未燃のチャー中に残留するN分が多くなる。そして後流側で、

空気の混合に伴って、この未燃分が燃焼する際、残留したN分が酸化され、チャー NO_x が増加する。その結果、低酸素濃度領域で燃焼初期に発生した NO_x の還元を進め NO_x を減少させたにもかかわらず、後流側で再び NO_x が発生することになり、充分な低 NO_x 化を達成することはできない。〔発明が解決しようとする問題点〕

以上のように、従来のバーナによる燃焼法では、 NO_x の還元を火炎内において進行させることはできるが、空気の混合してくる後流側で発生する未燃分中のN分が酸化されて発生する NO_x の抑制が充分達成できない。したがって、特に、揮発分の少ない高燃料比炭になるほど、燃焼性低下、低 NO_x 化が難しくなる問題点があった。

本発明の目的は、低酸素濃度領域を形成させて NO_x の還元反応を促進し、且つ後流側で残留するチャー中のN分を少なくし、後流側で発生する NO_x をも抑制し従来技術の欠点をなくし、燃焼性を高めうる燃焼法とその燃焼用バーナを提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

この出願の第1発明は、微粉炭を噴出するノズルと、燃焼用空気を2次空気及び3次空気に分割して供給する2次空気ノズル及び3次空気ノズルから成るバーナを用いた微粉炭燃焼方法において、微粉炭搬送用の1次空気量、2次空気量及び3次空気量の配分を3次空気量>2次空気量>1次空気量になるように制御し、噴出直後の微粉炭と1次空気の混合気に2次及び3次空気を30~50%混合して微粉炭を着火し、残りの燃焼用空気の中心部火炎との混合を緩慢に進めながら燃焼させることを特徴とする微粉炭の低 NO_x 燃焼法である。

第2発明は、前記第1発明を実施するために使用する燃焼用バーナであつて、微粉炭搬送用1次空気とともに微粉炭を噴出するノズルと、燃焼用空気を2次空気と3次空気に分割して供給する2次空気ノズル及び3次空気ノズルから成る同心円環状バーナを用いた微粉炭燃焼装置において、前記1次空気流量、2次空気流量及び3次空気流量

の配分を3次空気流量>2次空気流量>1次空気流量になるよう制御できる手段と、微粉炭と1次空気の混合気を中心部から直進流として噴出するノズルと、この混合気の外側から交差するように旋回流としての2次空気を投入する2次空気ノズルと、2次空気から離れた外側から直進方向に旋回流としての3次空気を投入する3次空気ノズルとを有することを特徴とする微粉炭の低NO_x燃焼用バーナである。

〔作用〕

2次空気と3次空気の一部を積極的にバーナ近傍で微粉炭と1次空気の混合気に混合せしめ、残りの空気を緩慢に混合するよう制御することによって、微粉炭の着火をより促進できると同時に石炭の燃焼性をバーナ近傍で高めることができるため、石炭中のN分はバーナ近傍で大半が放出される。その結果、バーナ近傍でのNO_xの発生量は従来バーナの燃焼時より増加する。そして、その後流側では残りの空気の混合が緩慢に進むため、火炎中心部にNO_xを低酸素濃度領域が広く形成

2次空気ノズル12の外周上に3次空気ノズル13が配置される。

微粉炭ノズル11の先端には円環状の保炎リング20を取り付け、2次空気ノズル12の先端の流路形状は、断面の拡大と縮小部があり、その位置は、微粉炭ノズル11の保炎リング20より突出している。3次空気ノズル13は2次空気ノズル12との位置を離し、3次空気流が直進方向に噴出できるよう構成する。

2次及び3次空気ノズル12、13は各々旋回流発生器18、19が設置され、2次及び3次空気噴流の旋回流強度を調整するのに用いられる。また、1次空気、2次空気、3次空気の各流量は、図示しない装置によって任意に制御されうる。

上記した構成の本発明のバーナの機能について第2図を用いて説明する。中心部から噴出する微粉炭と1次空気の混合気噴流15は、直進流として噴出され、2次空気16の一部混合により着火し、微粉炭の理論空気量以下の条件での低空気火炎24が形成される。微粉炭ノズル11の先端の

できる。その結果、NH₃やHCN等の化合物によりNO_x還元が促進される。これとともに、燃焼性の高まった分、チャー中の残留N分が少なくなり、後流側でチャー中N分の酸化に伴って発生するNO_xが減少する。

第2発明は、第1発明を各燃焼空気の投入方向をもつて実施するものである。すなわち、2次空気を混合気に交差するように投入することによってバーナ近傍の燃焼性を高め、3次空気を2次空気から離し直進させることによって混合を緩慢に進める。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を第1図により説明する。第1図は本発明の燃焼法を達成するための燃焼用バーナ構成の1例である。このバーナは、円心円環状のバーナで、中心部に微粉炭搬送用1次空気とともに微粉炭を噴出する微粉炭ノズル11を配し、微粉炭ノズル11内には燃焼炉の予熱時に使用する液体燃料ノズル14が配置される。微粉炭ノズル11の外周上に2次空気ノズル12、

保炎リング20後流側は負圧になり、循環流が形成され、加えて2次空気16が低空気比火炎24に交差するように噴出するため、2次空気の混合が促進されて微粉炭の着火が良好になる。なお、このとき3次空気も若干は混合される。

本発明のバーナ構成のごとく2次空気を1次噴流と交差する方向に供給することにより、第2図に示すように混合気23の発達が見られ、バーナ近傍における1次噴流に対する2次空気の混合促進が達成できる。

第3図は本発明の効果を示す実験結果の1例であり、混合促進を明示するものである。本実験結果は、第1図に示す本発明のバーナと従来使用されているバーナと比較して用いた微粉炭燃焼時の1次空気と2次空気及び3次空気の混合割合を測定したものである。

微粉炭燃焼時における1次噴流(1次空気と微粉炭の混合気)と2次空気噴流及び3次空気噴流の混合評価法として、1次空気、2次空気及び3次空気にアルゴン(Ar)及びヘリウム(He)

等の不活性ガスを注入しておこなった。各空気の混合は、燃焼火炎中におけるこれらガスの濃度を分析することにより次式で求められる。

$$\phi = \frac{N_i}{M_1 + M_2 + M_3} \quad (i = 1, 2, 3)$$

但し、 M_1 、 M_2 、 M_3 は1次、2次及び3次空气中に注入したトレーサの燃焼火炎中の質量(kg)を示す。第3図は1次噴流について($i = 1$)、2次及び3次空気との混合指標を示したもので、 $\phi = 1$ のときは1次噴流は保存され、2次及び3次空気を混合していないことを表わしている。また、第3図に示した1次混合指標 ϕ_1 を求めた実験においては、各空气中に注入したトレーサ量から決定され、本実験では完全に3つのトレーサが完全混合した時点での混合指標は ~ 0.19 であった(3次空気流量>2次空気流量>1次空気流量)。したがって ϕ が1に近づくほど1次噴流(低空気比火炎とも称される)と2次及び3次空気の混合は進まず、混合指標が0.19に近づくほど、混合が進んでいることを示すことになる。

若干 NO_x 濃度は上昇し排出される。これに対し従来バーナにおいてはバーナ近傍において、本発明のバーナに比べ NO_x 濃度は低く、その後還元されるが、それより後流側では、 NO_x の増加分が多く、本発明のバーナに比して約80ppm高濃度で排出されている。これらの NO_x の挙動は第5図の O_2 濃度の変化から説明できる。従来のバーナによる燃焼火炎中の O_2 濃度は、バーナ面で、本発明より16%高い。これら微粉炭が良好に着火されていないためである。着火後、後流側では O_2 の急激な消費が見られ、再び3次空気の混合に伴って O_2 濃度は増加する傾向を示している。この従来バーナによる燃焼ではバーナ近傍で O_2 が消費されずに高 O_2 濃度であることから、石炭中のN分が完全に放出されず、 NO_x への転換量が少ないため、 NO_x 濃度が低い。これに対して本発明のバーナによる燃焼法においては、バーナ近傍で O_2 濃度が7.5%と消費され、微粉炭の着火が良好になり、石炭中N分の放出が進むため、 NO_x 濃度も高くなる。また、後流側の低 O_2 領

第3図の結果が示すように、従来バーナは1次空気の噴流はバーナ近くで保存され、以後急速に外側からの2次及び3次空気と混合してくることがわかる。これに対して本発明バーナは、2次空気ノズルが1次空気と微粉炭の混合気と交差するように配置されるため、バーナ近傍で1次空気との混合が進んでいることがわかる。また、バーナ近傍での混合促進を図れるとともに、3次空気ノズルと2次空気ノズルとの間のスーサの効果により、3次空気の混合が緩慢に進んでいる効果がある。

上記した第3図のように1次空気と2次空気及び3次空気の混合を制御した結果、最終的な NO_x 濃度を抑制することが可能となった。第4図及び第5図に NO_x 濃度と O_2 濃度変化を示したが、この実験結果により本発明の効果がより明らかにできる。第4図はバーナ面よりガス流れ方向に対する NO_x 濃度変化を示す。本発明のような燃焼では、先ずバーナ近傍で NO_x 濃度が高く、その後 NO_x は還元され減少する。さらに後流側では

域も長くなり、その結果、発生した NO_x の還元反応が促進され、 NO_x の減少量が多くなる効果がある。さらに、後流側の3次空気の混合位置(O_2 濃度が再び増加する領域)でのチャー中に残留するN分が本発明でのバーナでは少なくするため、後流側で生成する NO_x は極めて少なく、その結果、 NO_x の排出量も少なくなる原因になっている。

なお、一次噴流(低空気比火炎)の最適混合指数は筆者らの実験結果、第3図からもわかるように、 $\phi_1 = 0.6 \sim 0.4$ の範囲にあり、この混合指標を混合率(1次噴流に対してどれだけ2次及び3次空気が混合したかを示し、100%は完全混合、0%は混合しないこととす、混合指標を標準化して表わし方を意味する)に換算すると約30~50%となる。この範囲以下では、バーナ近傍で石炭中窒素分の放出促進が図れず、この範囲以上になると石炭中窒素分の放出は完進されるが、 NO_x の還元領域となる低酸素領域の形成が困難になる。本発明は、このようにバーナ近傍の

混合率を制御することによつて低 NO_x を達成するものである。

(他の実施例)

第6図、第7図に本発明に係る他の実施例を示す。本実施例は2次空気ノズル12の先端に複数の2次空気12の直進成分を微粉炭ノズル11からの1次噴流(混合気)と交差させ混合し易くするために、そらせ板25を設けたことにある。旋回流発生器により旋回流としての2次空気16は、2次空気ノズル12内を微粉炭ノズルに沿つて供給される。ノズル12の先端に到達すると、そらせ板25により、2次空気旋回流の一部は微粉炭と1次空気の混合気15と交差する方向に流線を描き、混合気15と2次空気の一部の混合が促進される。そらせ板25に接しない2次空気の一部は、スリット流路26を介して噴出されるが、そらせ板26後流側は負圧になるために、循環流が形成され、スリット流路26を介して噴出した2次空気の一部は減速するため、微粉炭の着火促進と、保炎が容易におこなえる。本発明の第6図、

第7図に示すそらせ板の角度は、混合気15と2次空気16の混合促進を図るためには、2次空気16の直進成分に対して $90 \sim 30^\circ$ の角度で取付け、且つそらせ板25は2次空気ノズル12の流路断面の $1/3 \sim 1/2$ にするのが好ましい。

上記した本実施例のバーナ構成によつて、第1図で示した実施例と同様、バーナ面近傍で微粉炭と1次空気の混合気と2次空気の混合が促進されるため(3次空気の場合も若干は存在する)、バーナ近傍の燃焼性を高め、火炎後流側で低酸素濃度領域が形成され、 NO_x の還元が促進される。また、バーナ面で燃焼性がよくなったことにより、石炭中N分の放出も多く、大半がバーナ近傍で放出されるため、後流側で発生する NO_x は抑制される効果があり、排出される NO_x 濃度は低減される。

(発明の効果)

本発明の燃焼法又は燃焼用バーナによれば、2次空気と3次空気の一部を積極的に噴出直後の混合気に混合せしめ、残りを緩慢に混合するよう制

御する(第3図)ことによつて、石炭の燃焼性をバーナ近傍で高めることができるため、石炭中のN分はバーナ近傍で大半が放出される。その結果、バーナ近傍での NO_x の発生量は従来バーナの燃焼時より増加する。そして、その後流側では残りの空気の混合が緩慢に進むため、火炎中心部に NO_x を存在させた低酸素濃度領域が広く形成できる(第5図)。その結果、 NH_3 やHCN等の化合物により NO_x の還元が促進される。また、これとともに、燃焼性の高まった分、チャー中の残留N分が少なくなり、後流側でチャー中N分の酸化に伴つて発生する NO_x が減少するため、排出される NO_x 量は従来技術に比べて低減できる(第4図)。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明のバーナ構成を示す断面図、第2図は本発明の燃焼法を説明するための断面説明図、第3図～第5図は本発明の効果を示す実験結果を示す図、第6図は本発明の他の実施例を示すバーナ構成を示す断面図、第7図は第6図の正面

図である。

11…微粉炭ノズル、12…2次空気ノズル、
13…3次空気ノズル、20…保炎リング、21…スパーサ、23…混合層、24…低空気火炎。

代理人 井理士 鶴沼辰之

CLIPPEDIMAGE= JP401070606A

PAT-NO: JP401070606A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01070606 A

TITLE: METHOD OF LOW NOX COMBUSTION OF FINE POWDER COAL AND COMBUSTION
BURNER

PUBN-DATE: March 16, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NARATO, KIYOSHI

AZUHATA, SHIGERU

KOBAYASHI, YOSHINOBU

SOMA, KENICHI

INADA, TORU

IWAI, YASUO

ARASHI, NORIO

MORITA, SHIGEKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

HITACHI LTD

N/A

BABCOCK HITACHI KK

N/A

APPL-NO: JP62225655

APPL-DATE: September 9, 1987

INT-CL (IPC): F23C011/00

US-CL-CURRENT: 431/202

ABSTRACT:

PURPOSE: To reduce an amount of NO_x as a whole by a method wherein a part of secondary air and third air is positively mixed with mixture just after injection of both air and the remaining air is gradually mixed with the mixture.

CONSTITUTION: Mixture injection flow of fine powder coal and primary air 15 is injected from a central part as a direct advancing flow. Secondary air 16 is fed from a secondary air nozzle 12 as a circulating flow so as to cross with an outside part of the mixture injection flow 15, and third air 17 is fed from a third air nozzle 13 as a circulating flow toward an advancing direction from outside spaced apart from the secondary air 16. In this case, each of the amounts of air is controlled to have a relation of a flow rate of third air > a

flow rate of secondary air > a flow rate of primary air. 30±50% of the secondary air 16 and the third air 17 is mixed with the mixture 15 just after injection and then the remaining air is gradually mixed with the mixture.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio